



INNEHÅLL

FÖRORD	7
1 INLEDNING	9
1.1 Allmänt	9
1.2 SS-EN 1994 (Eurokod 4)	10
1.3 Struktur och indelning	10
2 SAMVERKANSBALKAR	13
2.1 Konstruktionssystem	13
2.2 Dimensioneringsförutsättningar	18
2.2.1 Partialkoefficienter	20
2.2.2 Materialegenskaper	20
2.2.3 Skjuvförbindarnas egenskaper	22
2.2.4 Klassificering av tvärsnitt	25
2.2.5 Medverkande bredd	27
2.3 Egenskaper för samverkanstvärsnitt	28
2.3.1 Plastiskt böjmotstånd vid positiv böjning; skjuvförbindare icke dimensionerande	29
2.3.2 Plastiskt böjmotstånd vid negativ böjning	35
2.3.3 Elastisk bärförmåga för positiv böjning	37
2.3.4 Elastisk bärförmåga för negativ böjning	39
2.3.5 Bärförmåga för tvärkraft	39
2.3.6 Tvärkraft och böjning	40
2.4 Bärförmågan för statiskt bestämda balkar	41
2.4.1 Kriterier för bedömning	41
2.4.2 Kontroll av bärförmågan vid böjning	43
2.4.3 Kontroll av skjuvförbindare med fullständig samverkan	43
2.4.4 Dimensionering av skjuvförbindare med partiell samverkan	49
2.5 Bärförmågan för statiskt obestämda balkar	54
2.5.1 Kriterier för bedömning	54
2.5.2 Plasticitetsteori	56
2.5.3 Linjär elasticitetsteori med momentreduktion	58
2.5.4 Kontroll av skjuvförbindare; förband med fullständig samverkan	61
2.5.5 Kontroll av skjuvförbindare; förband med ofullständig samverkan	63
2.5.6 Sidostabilitet av icke-stagade tryckta flänsar - (vippning)	64
2.6 Nedböjning av statiskt bestämda balkar	66
2.6.1 Krypning och krympning i betong	66
2.6.2 Deformation av svetsbultarna	67
2.7 Nedböjning av statiskt obestämda samverkansbalkar	71

2.8 Sprickor i betong	73
2.8.1 Nominell armering (utan sprickbreddkontroll)	73
2.8.2 Minimiarmering	73
2.8.3 Begränsning av sprickor av direkt last	75
2.9 Beräkning vid brand	78
2.9.1 Materialegenskaper	79
2.9.2 Förenklad beräkningsmetod för icke igjutna stålbalkar	82
2.9.3 Förenklad beräkningsmetod för stålbalkar igjutna med betong	89
2.9.4 Dimensionering med tabellerade data	92
3 SAMVERKANSBJÄLKLAG	96
3.1 Statiskt verkningsätt	97
3.2 Tillämpningsområde och dimensioneringsfasen	98
3.3 Samverkan mellan plåt och betong	100
3.4 Egenskaper för tvärsnitten	105
3.4.1 Bärförmåga för moment vid positiv böjning	105
3.4.2 Bärförmåga för moment vid negativ böjning	108
3.4.3 Böjstyvhet vid positiv böjning	109
3.4.4 Böjstyvhet vid negativ böjning	110
3.4.5 Tvärkraft och stansning	110
3.5 Bärförmågan	113
3.5.1 Gjutskedet	113
3.5.2 Bruksskedet	113
3.5.3 Kontroll av bärförmågan vid skjuvning med $m-k$ -metoden och τ_u -metoden	115
3.6 Nedböjning	121
3.7 Dimensionering mot brand	123
3.7.1 Oskyddade samverkansbjälklag	124
3.7.2 Brandisolerade samverkansbjälklag	139
4 SAMVERKANSPELARE	142
4.1 Allmänt	142
4.2 Statiskt verkningsätt	143
4.3 Dimensioneringsförutsättningar	143
4.4 Tvärsnittens egenskaper	145
4.4.1 Bärförmåga vid centriskt tryck	145
4.4.2 Bärförmåga vid tryck och böjning	146
4.5 Bärförmåga med hänsyn till knäckning	151
4.5.1 Centrisk last	151
4.5.2 Tryck och enaxlig böjning	154
4.5.3 Tryck och tvåaxlig böjning	160
4.6 Lastinföring	160



4.7 Dimensionering vid brand	163
4.7.1 Förenklade beräkningsmodeller	164
4.7.2 Hellingjutna stålprofiler	165
4.7.3 Delvis ingjutna stålprofiler	166
4.7.4 Oarmerad betongfylld rörprofil	170
4.7.5 Rörprofil fylld med armerad betong	14
5 SAMVERKANSFÖRBAND	178
5.1 Olika typer av förband och konstruktionsprinciper	178
5.1.1 Förenklade beräkningsmodeller	178
5.1.2 Val av knutpunktstyp och beräkningsregler	183
5.2 Stomberäkning	183
5.2.1 M/ϕ -diagram	184
5.2.2 Modeller och klassificering	186
5.3 Bärförmåga med hänsyn till knäckning	189
5.3.1 Komponentmetoden	189
5.3.2 Beräkningsmetodik	191
5.4 Räkneexempel för kontaktplåtsförband	196
5.4.1 Beräkningsförutsättningar	197
5.4.2 Beräkning av bärförmågan för momentet	198
5.4.3 Beräkning av den initiella rotationsstyvheten	202
6 RÄKNEEXEMPEL	206
6.1 Golvkonstruktionen och konstruktionsförutsättningar	206
6.2 Balkarna över biosalongen	209
6.2.1 Kontroll vid rumstemperatur	210
6.2.2 Verifiering vid brand	220
6.3 Gavelbalken	224
6.3.1 Kontroll vid normal temperatur	225
6.3.2 Kontroll vid brand	231
6.4 Pelare	231
6.4.1 Kontroll vid normal temperatur	232
6.4.2 Kontroll vid brand	233





FÖRORD

Samverkanskonstruktioner behandlar balkar, pelare, bjälklag och förband i samverkanskonstruktioner i stål och betong. Boken har tagits fram av Sofia Utsi och Ove Lagerqvist, ProDevelopment AB, på uppdrag av Stålbyggnadsinstitutet. Innehållet bygger i huvudsak på en översättning av ett holländskt läromedel i sex delar, skrivet av J. W. B. Stark och R. J. Stark, som omarbetats och anpassats till svenska förhållanden.

This (Swedish) text book is based on the Dutch textbook Staal-beton, written by J.W.B. Stark and R.J. Stark, published by Bouwen met Staal in 2009 (ISBN 978-90-72830-83-8).

Luleå 2012

Illustration credits

All non-listed photographs and drawings are from the archives of Bouwen met Staal.
L = Left; R = Right.

ABT 1.2c

Art & Build 1.5R

Architectenbureau Cepezed 1.41

Corus 1.19

Advies- en ingenieursbureau DHV 1.39

H.H. van Doorn 1.40

Duofor 1.26

Dutch Engineering 1.1, 1.11, 1.24, 1.25, 1.43, 1.44, 1.45, p. 3-1

C.H. van Eldik 1.9b, 1.34

Infosteel p. 4-1

Fas Keuzenkamp 1.38, p. 6-1

Tom de Rooij Vakfotografie 1.2a, 1.2b

R. Schropp 1.36

Ingenieursbureau SmitWesterman 1.5L, 1.37, p. 2-1, 6.2

Studwelders/Composite Metal Flooring p. 1-1, 1.20

Vercruyse & Dujardin 1.28



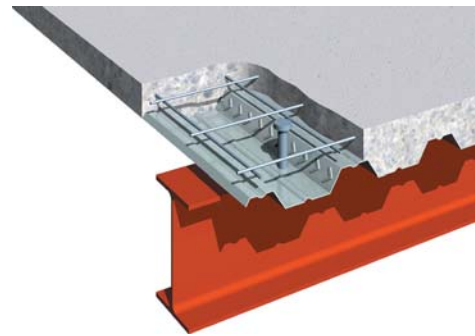


1 INLEDNING

1.1 ALLMÄNT

I en samverkanskonstruktion förbinds olika konstruktionsdelar i syfte att fungera som en konstruktiv helhet. De består ofta av ett böjstyvt stålelement, t.ex. en IPE- eller en HE-profil, som förbinds till ett betongelement. Samverkan erhålls genom att horisontella skjuvkrafter mellan stålelementet och betongelementet överförs via en skjuvförbindning. Skjuvförbindare utgörs oftast av svetsbultar, se Figur 1.1. Då stålets och betongens mate-

rialegenskaper är av helt skilda karaktär utnyttjar man de olika materialens egenskaper på bästa möjliga sätt. Betongdelen utnyttjas vid böjning för att ta tryckspänningar och stålet för att ta dragspänningar. Stålelement är ofta slanka och riskerar därför att knäcka eller buckla vid tryck, vilket kan förhindras genom samverkan med betongelementet. Betongen skyddar även stålet mot korrosion (om ingjutet) och brand. Stålelementet säkerställer att konstruktionen har tillräcklig plastisk deformationskapacitet, vilket förhindrar att konstruktionen plötsligt kollapsar utan förvarning. I Figur 1.2 visas tre olika tillämpningar av samverkanskonstruktioner, en balk, ett bjälklag och en pelare.



Figur 1.1 Del av en samverkanskonstruktion. Stålbalken är förbunden med betongplattan så att skjuvkrafter kan överföras.



Figur 1.2 Tre olika tillämpningar av samverkanskonstruktioner.



Om samverkan utnyttjas i en konstruktion kan bärformågan ökas samtidigt som stålvikten minskar.

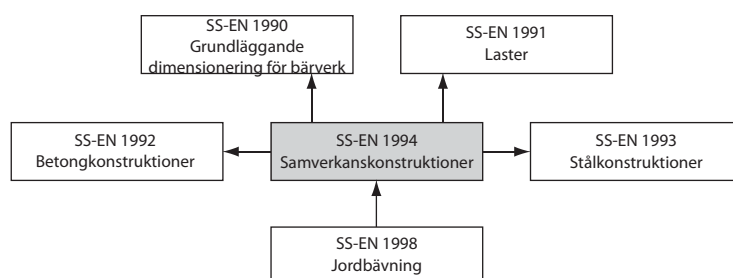
Detta medger lägre konstruktionshöjder och man får styvare konstruktioner med mindre nedböjning. Genom samverkan kan även prefabriceringsgraden öka då många av komponenterna kan förtillverkas.

Den här boken ger en allmän beskrivning, dimensioneringsförutsättningar samt åtgärder för brand för samverkansbalkar (kapitel 2), samverkansbjälklag (kapitel 3), samverkanspelare (kapitel 4) samt samverkansförband (kapitel 5). Avslutningsvis ges ett beräkningsexempel för en biograf (kapitel 6). Den innehåller även en översikt av strukturen och innehållet i SS-EN 1994 (Eurokod 4 - Dimensionering av samverkanskonstruktioner i stål och betong).

1.2 SS-EN 1994 (EUROKOD 4)

Regler för utformning och dimensionering av samverkanskonstruktioner finns i SS-EN 1994. Eurokoderna är ett sammanhängande system, där uppbyggnad av information undviks så mycket som möjligt. Detta har resulterat i att man i SS-EN 1994 i många fall hänvisar till andra Eurokoder, vilket illustreras schematiskt i Figur 1.3.

1.3 STRUKTUR OCH INDELNING



Figur 1.3 Sambandet mellan SS-EN 1994 och andra Eurokoder.

SS-EN 1994 är uppdelad i tre delar:

Del 1-1 Allmänna regler och regler för byggnader

Del 1-2 Utformning och dimensionering av konstruktioner vid brand

Del 2 Broar

SS-EN 1994 omfattar regler som gäller för både byggnader och broar samt regler endast för byggnader och regler endast för broar. Den första kategorin omfattar allmänna regler i avsnitt 1-1 och den andra kategorin i del 1-1 gäller uttryckligen för byggnader. De särskilda bestämmelserna för broar ingår i del 2. För dimensionering av konstruktioner vid brand är en separat del fastställd (del 1-2), för vilken egenskaperna vid höga temperaturer i betong och stål hänvisar till SS-EN 1992-1-2 respektive SS-EN 1993-1-2.

SS-EN 1994-1-1 innehåller nio kapitel som visas i Figur 1.4. Förordet och de två första kapitlen är standardkapitel, texten i alla materialrelaterade Eurokoder är lika förutom några materialspecifika aspekter. Kapitlen 3 till 7 finns i alla materialrelaterade Eurokoder i samma ordning. De två sista kapitlen 8 och 9 behandlar frågor som är specifika för samverkanskonstruktioner. Slutligen har Del 1-1 tre informativa bilagor.

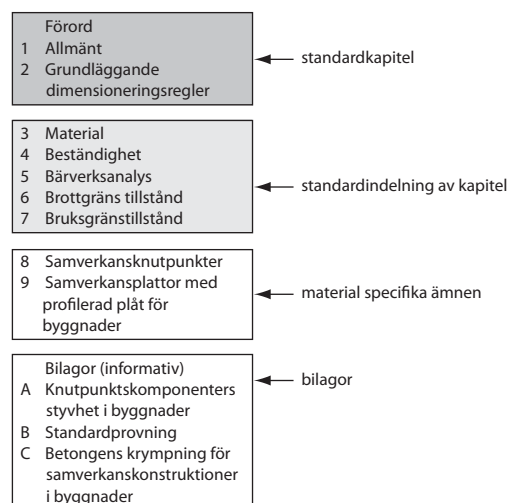
SS-EN 1994-1-2 omfattar dimensionering av samverkansbjälklag vid brand och innehåller följande fem kapitel:

- 1 Allmänt
- 2 Grundläggande dimensioneringsregler
- 3 Materialegenskaper
- 4 Dimensioneringsmetoder
- 5 Detaljutformning

SS EN 1994-1-2 ger dimensioneringsmetoder på tre komplexitetsnivåer:

- Dimensioneringstabeller
- Enkla beräkningsmetoder
- Avancerade beräkningsmetoder

SS-EN 1994-2 innehåller särskilda regler för samverkansbroar utöver de allmänna reglerna i del 1-1, men också tillägg till del 1 och 2 i SS-EN 1992 och SS-EN 1993, när hänvisning sker från SS-EN 1994.



Figur 1.4 Kapitelindelning och bilagor i SS-EN 1994.

Eurokoderna är standarder som innehåller bindande principer och allmänna råd. Alla delar av Eurokoderna som publiceras som SS-EN har en Nationell Bilaga. Den Nationella Bilagan innehåller vissa så kallade nationellt valda parametrar (NDP), statusen för informativa bilagor samt så kallad icke-motsägande kompletterande information. Nationella val tillåts bland annat med avseende på säkerhetsnivå. I Sverige publiceras även de nationella valen av Boverket i EKS som finns att ladda ner kostnadsfritt från www.boverket.se.